

Додаток А

Бланк титульного листа диплому (зразок)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”****Інженерно-хімічний факультет****Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2017 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050503 - Машинобудування (6.050502 - Інженерна механіка)

на тему: Трубний агрегат з модернізацією черв'яка

Виконав (-ла) студент (-ка) _____ курсу, групи _____
(шифр групи)_____ **Поліщук Дмитро Миколайович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)Керівник **Шаповал А.А.** _____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти з розділів:

ОХОРОНА ПРАЦІ Ковтук І.М.**МОДЕРНІЗАЦІЯ** Щербина В.Ю. _____**ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ** Борщик С.О. _____**РЕЦЕНЗЕНТ** **Шилович Т.Б.** _____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.Студент _____
(підпис)

Київ 2019 рік

Додаток Б

Бланк технічного завдання (зразок)

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра _____ хімічного, полімерного і силікатного машинобудування _____

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність __6.050502- інженерна механіка (6.050503 - машинобудування) _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гондлях О.В. _____

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2017 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

_____ (П.І.Б.)

1. Тема проекту _____

керівник проекту _____

затверджена наказом по університету від « _____ » _____ 201 _____ р. № _____

2. Строк подання студентом проекту « _____ » _____ 201 _____ р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТБ та ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	д.т.н., проф.. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2.	Проходження переддипломної практики.		
3.	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4.	Обґрунтування модернізації.		
5.	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6.	Виконання розрахунків.		
7.	Підготовка розділу «Розрахунки»		
8.	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9.	Робота над кресленнями в CAD-системах .		
10.	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

ЕКСТРУДЕР, ТРУБНА ЛІНІЯ, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР, ЦИЛІНДР,
ЧЕРВ'ЯК, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

Дипломний проект бакалавра на тему: «Трубний агрегат з модернізацією черв'яка». Виконавець – студ. групи ЛП-51(1) Поліщук Д.М., керівник – к.т.н., доцент Шаповал Андрій Андрійович.

Дипломний проект включає текстову і графічну частини. Текстова частина має 3 розділи і додатки. Загальний обсяг роботи складає 85 аркушів основного тексту, 9 ілюстрацій, 2 таблиці, 21 джерел посилань, 9 аркушів технологічного процесу виготовлення деталі. Графічна частина містить 6 креслень (загальний обсяг - чотири листів креслень формату А1, один формату А2 та плакат з результатами розрахунків).

Метою роботи є розробка нового технічного рішення.

У роботі модернізовано черв'як трубного агрегату. Виконано необхідні параметричні, теплові розрахунки і розрахунки на міцність.

Модернізований черв'як є повністю працездатим. Наслідком модернізації являється покращення вихідного матеріалу для виробництва труб.

Модернізацію черв'яка було показано на кресленні, та підтверджено його ефективність.

Результати роботи були обговорені на конференції кафедри ХПСМ.

Реферат

ЭКСТРУДЕР, ТРУБНАЯ ЛИНИЯ, червячные ЭКСТРУДЕР, ЦИЛИНДР, червей, МОДЕРНИЗАЦИЯ.

Дипломный проект бакалавра на тему: «Трубный агрегат с модернизацией червя». Исполнитель - студ. группы ЛП-51 (1) Полищук Д.Н., руководитель - к.т.н., доцент Шаповал Андрей Андреевич.

Дипломный проект включает текстовую и графическую части. Текстовая часть имеет 3 раздела и приложения. Общий объем работы составляет 85 листов основного текста, 9 иллюстрации, 2 таблицы, 21 источников ссылок, 9 листов технологического процесса изготовления детали. Графическая часть содержит 6 чертежей (общий объем - четыре писем чертежей формата А1, один формата А2 и плакат с результатами расчетов).

Целью работы является разработка нового технического решения. В работе модернизировано червь трубного агрегата. Выполнен необходимые параметрические, тепловые расчеты и расчеты на прочность. Модернизированный червь полностью трудоспособность. Следствием модернизации является улучшение исходного материала для производства труб. Модернизацию червя было показано на чертеже, и подтверждено его эффективность. Результаты работы были обсуждены на конференции кафедры ХПСМ.

Abstract

EXTRUDER, TUBE LINE, WORM EXTRUDER, CYLINDER, Worms, MODERNIZATION

.
Bachelor's degree project on the topic: "Pipe Assembly with the modernization of the worm." Artist - stud. group LP-51 (1) Polishchuk D.N., the head is Ph.D., associate professor Shapoval Andrey Andreevich. Thesis project includes text and graphic parts. The text part has 3 sections and applications. The total amount of work is 85 sheets of main text, 9 illustrations, 2 tables, 21 reference sources, 9 sheets of the technological process of manufacturing the part. The graphic part contains 6 drawings (total volume - four letters of A1 format drawings, one A2 format and a poster with the results of calculations).

The aim of the work is to develop a new technical solution. In operation, the pipe unit worm has been upgraded. The necessary parametric, heat calculations and strength calculations have been performed. The upgraded worm is fully disabled. The result of modernization is the improvement of the source material for the production of pipes. The worm upgrade was shown in the drawing, and its effectiveness was confirmed. The results of the work were discussed at the conference of the Department of the KPSM.

ЗМІСТ

с.

Вступ	2
1. Призначення та галузь застосування виробу який проектується.	3
2. Технічна характеристика базової машини.	4
3 Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей машини (екструдера)	6
4 Літературно патентний огляд трубних агрегатів.....	10
4.1 Вибір з обґрунтуванням модернізації об'єкту проектування	15
5.Охорона праці і навколишнього середовища	16
5.1 Характеристика виробничих шкідливостей і небезпек.....	16
5.2 Повітря робочої зони.....	17
5.2.2 Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур	20
5.2.3 Виробничий шум	20
5.2.4 Небезпека впливу елементів що рухаються і обертових частин	21
5.2.5 Пожежна безпека	22
5.3 Інструкція з техніки безпеки.....	22
Висновки.....	25
Література	26

					ЛП51(1).113116.02-70ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Трубний агрегат з модернізацією черв`яка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Поліщук Д.М.					1	31
Перевір.		Шаповал А.А.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Гондлях О.В.						
						КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Вступ

Документація розроблена для застосування в галузі хімічного машинобудування. В наш час багато підприємств хімічної промисловості закупають іноземне устаткування для випуску більш технологічної продукції, що дозволяє успішно конкурувати на світовому ринку.

Розроблена модернізація дає можливість випускати більш якісну продукцію.

У дипломному проекті удосконалена конструкція черв'яка, який входить до складу черв'ячного преса ЧП90х25. Черв'як має змішувальну секцію, в якій по колу розташовані пази, зі збільшеним діаметром, і розташованому на центральній ділянці вала.

Це дозволяє матеріалу, який перероблюється, рухатись в протилежному до руху вала напрямку та затікати у заглиблення (пази) та здійснювати колоподібні рухи, тобто, переміщення в двох напрямках, що дозволяє підвищити якість труб за рахунок якісного змішування термопласта з різними домішками.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Призначення та галузь застосування виробу який проектується.

Трубний агрегат, що проектується, призначений для виробництва труб методом екструзії, який полягає у безперервному прошовуванні розплаву полімерного матеріалу крізь формуючий кільцевий зазор трубної екструзійної головки.

Машина може застосовуватись на різноманітних підприємствах з переробки полімерних матеріалів, на заводах з виробництва будівельних матеріалів та на багатьох підприємствах хімічної промисловості.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технічна характеристика базової машини.

1. Продуктивність – 350 кг/год.

2. Характеристики виробів:

- зовнішній діаметр труб – 350 мм;
- товщина стінки – 15 + 1 мм;
- довжина труб у відрізках – 6500 ± 50 мм.

3. Лінійна швидкість відведення виробів, що кінематично забезпечується механізмами – 0,75 – 15 м/хв

4. Потужність, що споживається – 140 кВт.

5. Встановлена потужність – не більше 180 кВт.

6. Електропостачання:

- сітка змінного струму – трифазна з глухозаземленою нейтраллю;
- напруга – 380/220 В;
- частота – 50 Гц.

7. Повітрепостачання:

- стиснуте повітря 7 – 9 класу забрудненості за ДСТУ 17433-80;
- тиск – 0,4-0,6 Мпа;
- об'ємна витрата – не більше 3,5 м³/год.

8. Водопостачання:

- тиск води – 0,2 – 0,4 Мпа;

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- витрата – не більше 18 м³/год.

9. Габаритні розміри:

- довжина – 28500 ± 200 мм;

- ширина – 3650 ± 100 мм;

- висота – 3470 ± 100 мм.

10. Маса – 9680 кг.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей машини (екструдера)

Черв'ячний екструдер (рис.3.1) працює таким чином. Полімерний матеріал із бункера 3 надходить у матеріальний циліндр 2, захоплюється черв'яком 1 і транспортується до формуючої головки, фрагмент якої показано позицією 7. Для забезпечення потрібного температурного режиму та умов транспортування на матеріальному циліндрі встановлені зонні кільцеві нагрівачі 5 з індивідуальними вентиляційними пристроями; ділянка циліндру поблизу завантажувальної горловини охолоджується водою по каналам 4, а для контролю температури слугують термопари 6. Конструкція черв'яка передбачає його внутрішнє охолодження водою, що подається і відводиться пристроєм 10. черв'як приводиться в рух від електромеханічного приводу, який складається з електродвигуна 12 і редуктора 9. осьове зусилля, що діє на черв'як сприймається підшипниковим вузлом 11. всі робочі вузли екструдера змонтовані в корпусі 8.

Основними складовими преса є: привід преса, станина, воронка завантажувальна, корпус, черв'як, система охолодження і система нагрівання.

Основним робочим органом пресів є товстостінний циліндричний корпус, в якому обертається черв'як (шнек). Черв'яки, діаметр яких може бути від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією (профілем) поперечного перерізу каналу, довжиною нарізки, кроком, ступенем стиску і числом заходів нарізки.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

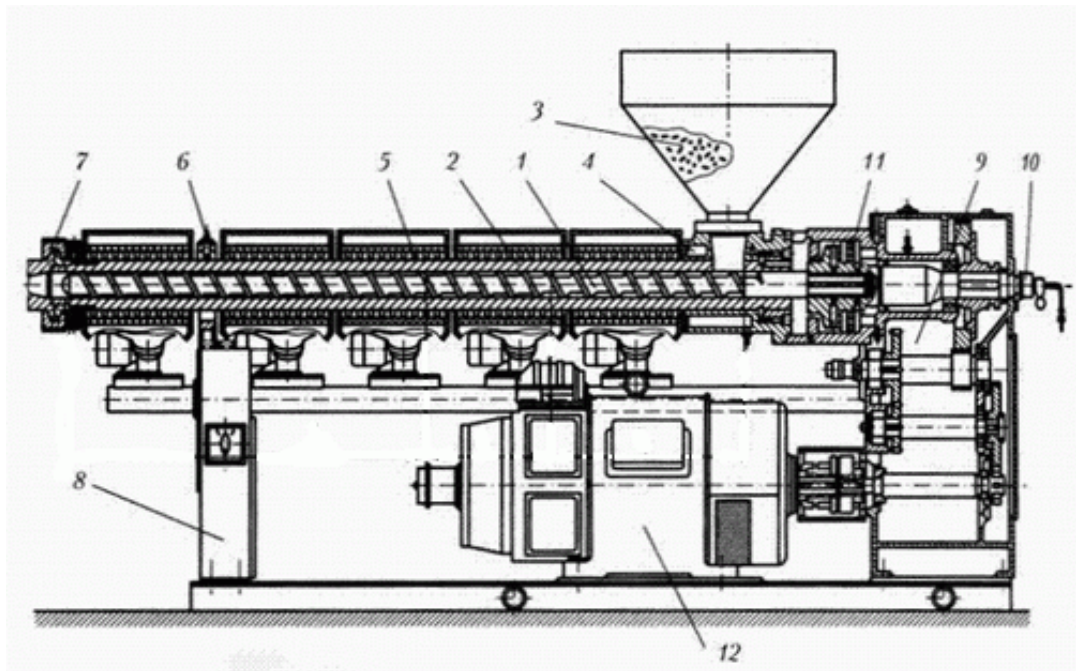


Рисунок 3.1 – Конструкція типового екструдера

Під час обертання черв'яка матеріал транспортується по гвинтовому каналу, утвореному внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка. Транспортування супроводжується інтенсивними деформаціями матеріалу та зростанням тиску. Одночасно відбуваються самі різноманітні процеси: нагрівання матеріалу за рахунок енергії дисипації та енергії, що підводиться від системи нагрівання циліндра; ініційовані зростаючою температурою та тиском хімічні, фазові та інші перетворення, ущільнення та монолітизація сипких матеріалів; змішування компонентів; вилучення з матеріалів газоподібних та інших компонентів.

У зоні живлення відбувається прийом матеріалу, що переробляється, і його переміщення в напрямку зони плавлення й ущільнення. Для підвищення продуктивності зона завантаження виконується з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і дегазація. Для ефективного проведення зазначених процесів канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів.

У зоні дозування відбувається перемішування розплаву і зростає тиск, під дією якого розплав продавлюється через формуючий інструмент.

Довжина функціональних зон екструдера може коливатися в значних межах у залежності від властивостей матеріалу, що переробляється, і особливостей технології переробки.

Воронка завантажувальна являє собою товстостінний циліндр із завантажувальним отвором та водяною рубашкою. Вона складається із корпусу і вставної гільзи. На зовнішній поверхні корпусу воронки завантажувальної встановлений електродвигун.

Температура поверхні гільзи контролюється за допомогою перетворювача термоелектричного, в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндру, який приєднаний фланцевим з'єднанням до воронки завантажувальної. Корпус має чотири зони обігріву електронагрівачами опору. Охолодження зон корпусу здійснюється від чотирьох незалежних вентиляторів. Для контролю температури корпусу на ньому встановлюють перетворювачі термоелектричні. Зони розділені між собою перегородками. Із зовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система охолодження призначена для охолодження завантажувальної воронки, черв'яка, масла в картері редуктора.

Черв'як за допомогою шліцьового з'єднання приєднується до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Цей вал за допомогою шліцьового з'єднання приєднаний до тихохідного редуктора.

Формувальна головка кріпиться до циліндра екструдера за допомогою фланцевого з'єднання.

Корпус складається з завантажувальної і плавильної частини. Всі частини з'єднуються за допомогою фланців. До завантажувальної частини корпусу з іншого боку приєднується блок радіально-упорних підшипників також за допомогою фланців. На плавильну частину корпусу встановлюються нагрівачі, завдяки яким корпус нагрівається і відбувається розплавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, що охолоджує екструдер.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Літературно патентний огляд трубних агрегатів

Основним обладнанням для переробки полімерів є одночерв'ячні екструдери, котрі дозволяють отримати якісну структуру полімеру з невеликим вмістом наповнювачів, таких як пластифікатори, стабілізатори, барвники та інші компоненти.

В процесі розробки трубного агрегату було розглянуто ряд технічних рішень, зокрема конструкцію черв'яка з ексцентричною нарізкою (див. рис.4.1) .

Основним недоліком даного обладнання є неможливість якісної переробки полімерів, що містять додаткові компоненти та наповнювачі. Для поліпшення процесу перемішування компонентів полімерної композиції в зоні гомогенізації встановлюють одну або декілька змішувальних секцій.

Для обрання прототипу для модернізації виконано патентний огляд конструкції черв'яка, що покращують функціонування та експлуатацію червячного екструдера та якість готового виробу.

Корисна модель [2] належить до області переробки термопластичних полімерів та композицій на їх основі, зокрема до екструзійного обладнання. Корисна модель може бути використана у технологічних лініях по виготовленню екструдованих полімерних виробів. Технічною задачею, що вирішується заявленою корисною моделлю є інтенсифікація термодинамічної дії, збільшення продуктивності і ресурсу робочої поверхні черв'яка екструдера. Цей технічний результат досягається тим, що проточки виконані під кутом 38° - 57° і мають криволінійний профіль, що описується алгебраїчною кривою типу Локон Аньєзі з рівнянням $(x^2 - a^2)y - a^3 = 0$. Недоліком є нерівномірне зростання тиску від завантаження продукту в пресовий механізм і до надходження його до філь'єри, і повільний вихід

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

екструдованого продукту, що приводить до перегріву продукту і низької продуктивності екструдера.

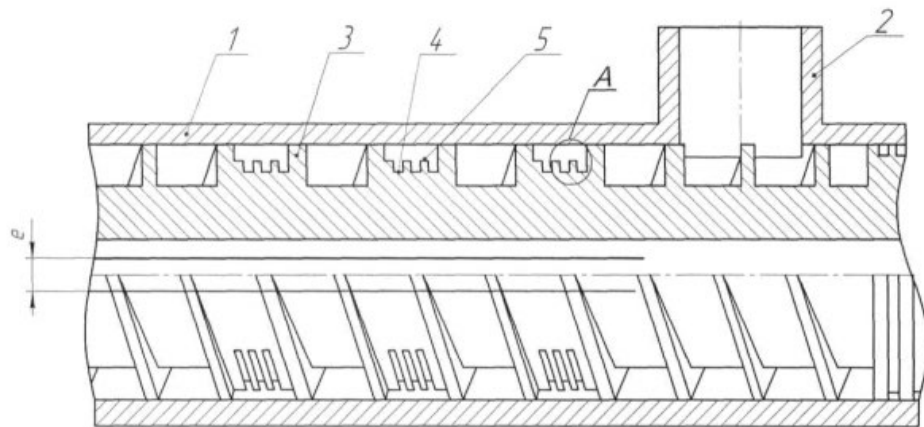


Рисунок 4.1. Черв'як з ексцентричною нарізкою[2]

Корисна модель [3] належить до полімерного обладнання хімічного машинобудування і призначена для використання при виробництві різних полімерних матеріалів.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення одношнекового екструдера для виробництва полімерних матеріалів з теплообмінним пристроєм, з покращеними енергозберігаючими характеристиками, шляхом удосконалення найближчого пристрою-прототипу, що забезпечує підвищення енергоефективності, а саме інтенсифікацію теплообмінних процесів, можливість максимального відбору, збереження та раціонального використання теплової енергії, оптимальну конструкцію для зручного використання і обслуговування, покращення якості переробки сировини.

Недоліком даної корисної моделі є висока металоємність, низький коефіцієнт тепловіддачі та великі тепловтрати в процесі транспортування нагрітого повітря для підігріву сировини.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

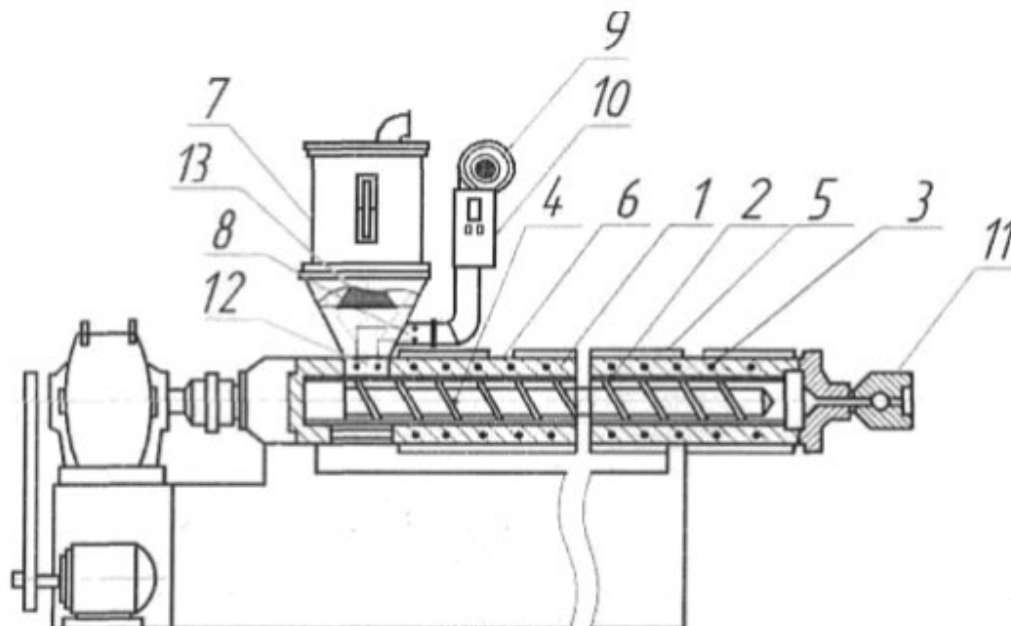


Рис 4.2. Екструдер з теплообмінним пристроєм

Корисна модель [4] належить до обладнання для перероблення високомолекулярних сполук і матеріалів з їх застосуванням, зокрема до одночерв'ячних екструдерів.

Черв'ячний екструдер, що містить послідовно з'єднані за допомогою фланцевого з'єднання завантажувальну лійку й корпус, а також розміщений у їхніх порожнинах з можливістю обертання черв'як, при цьому завантажувальну лійку споряджено двома послідовно розташованими секціями рідинного охолодження зі штуцерами для під'єднання до зовнішніх магістралей підведення й відведення рідкого холодоагенту, який відрізняється тим, що до зовнішньої магістралі підведення рідкого холодоагенту під'єднано один зі штуцерів однієї секції рідинного охолодження завантажувальної лійки, а до зовнішньої магістралі відведення рідкого холодоагенту - один зі штуцерів іншої секції, при цьому інші штуцери секцій сполучено між собою.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Недолік цього екструдера - можливість передчасного плавлення перероблюваного полімеру внаслідок недостатньої ефективності однієї секції рідинного охолодження, а отже, й порушення нормальної роботи екструдера в цілому.

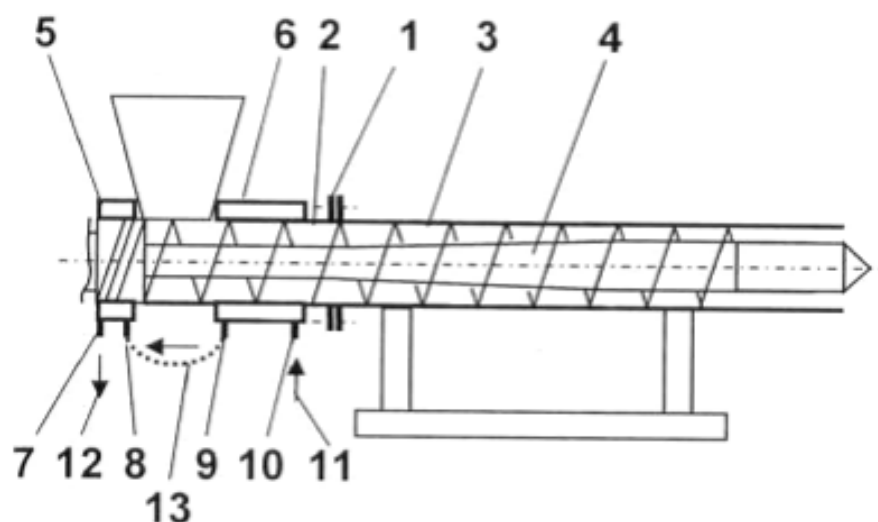


Рисунок 4.3 Черв'ячний екструдер з модернізованою завантажувальною лійкою

Корисна модель [5] належить до техніки переробки полімерних матеріалів, являє собою пристрій екструзійного формування у зоні пластикації для гомогенізування розплаву з його охолодженням в процесі екструзії і може бути використана в екструзійному обладнанні ліній переробки полімерних матеріалів, наприклад - лінії грануляції поліетилен-каучукової композиції.

Суттєвим недоліком цієї конструкції є перегрів розплаву полімеру або його композиції через енергію дисипації в'язкого тертя розплаву, що може викликати термічну деструкцію полімеру.

					ЛП51(1).113116.02-70РР	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

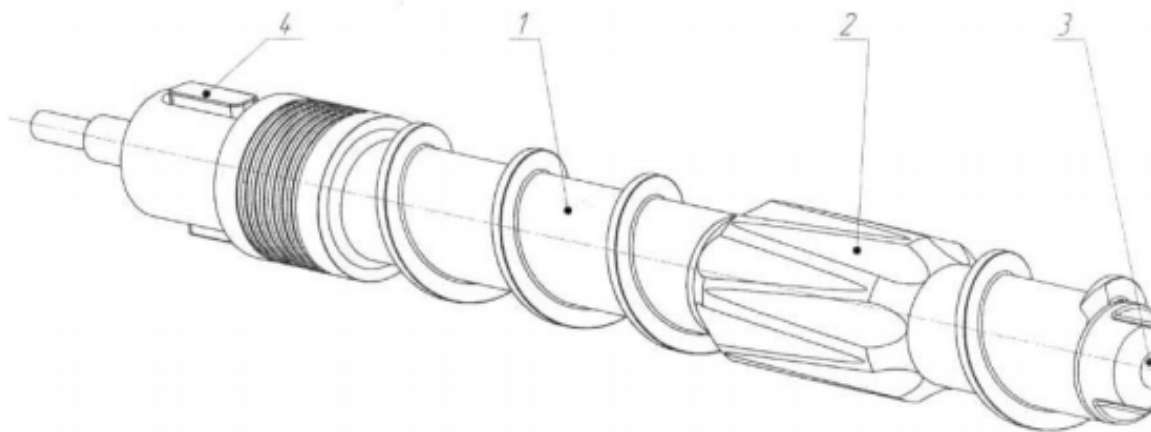


Рисунок 4.4. Шнек экструдера з елементом Меддока

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

4.1 Вибір з обґрунтуванням модернізації об'єкту проектування

Черв'ячні екструдери безперервно удосконалюються і в даний час в їх будову внесено низку змін з метою спростити технологію, конструкцію і поліпшити якість кінцевого продукту.

Корисна модель відноситься до області обробки полімерних матеріалів тиском і може бути використана при переробці полімерних відходів з отриманням з них якісних виробів.

Відомо екструдер для переробки термопластів, який містить корпус, захватний пристрій, шнек, зону живлення, зону стиснення, зону змішування з перемішуючим пристроєм, зону дозування [1] (прототип).

Недоліком ВІДОМОЇ конструкції є те, що дана конструкція екструдера при використуванні її для переробки комбінованих термопластичних полімерних відходів не забезпечує хорошої якості одержуваних виробів, завдяки недостатнім змішувальним спроможностям і відсутності дегазуючих спроможностей (оскільки ВІДХОДИ можуть містити різноманітні газові домішки). Крім того, екструдер не здатний розвивати високий і стабілізований тиск екструдкування через наявність зони змішування з перемішуючим пристроєм перед зоною дозування.

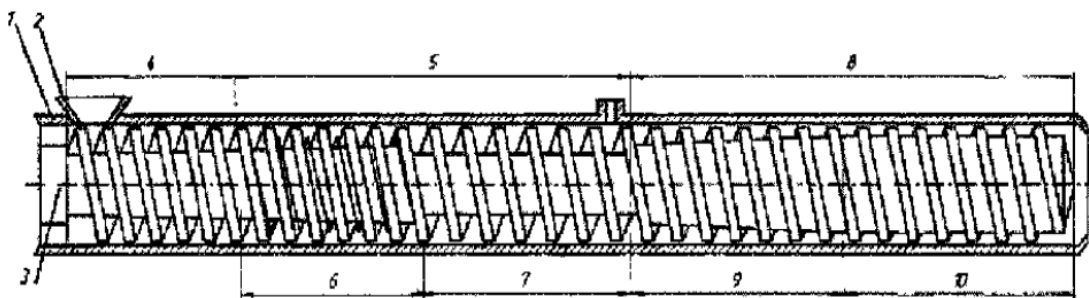


Рисунок 4.1.1 - Екструдер для переробки термопластів

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

5.Охорона праці і навколишнього середовища

Закон про охорону праці в Україні був прийнятий 15 жовтня 1992 року.

Цей законодавчий акт поширюється на підприємства усіх форм власності і всіх працюючих громадян країни.

Закон України про охорону праці встановлює пріоритет життя і здоров'я працюючих, комплексне рішення програми праці, соціальний захист працівників потерпілих у результаті нещасного випадку.

Законом установлюються нормативні документи, вимоги яких відповідають міжнародним нормам і правилам.

Поліпшення умов праці, підвищення його безпеки впливають на результати виробництва, на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, що випускається.

5.1 Характеристика виробничих шкідливостей і небезпек

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами роботи на ТПА є:

- параметри повітря робочої зони (виділення в повітря шкідливих речовин, що утворюються в процесі роботи);
- виробничий шум, створюваний електродвигунами, вентиляторами;
- вплив елементів машини що рухаються й обертаються (деталей електродвигунів, редукторів, черв'яків, ланцюгів);
- враження електричним струмом (електромережа живлення установки);
- можливість виникнення пожежі;
- виробниче освітлення;

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- наявність трубопроводів під тиском;
- наявність елементів устаткування, нагрітих до високих температур.

5.2 Повітря робочої зони

Робота оператора на установці – це важка фізична праця, тому що машина працює в умовах шуму, шкідливих випарів і температур, тому енергозатрати оператора складають більш ніж 275 ккал.

Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні приведені в таблиці 5.1, а виділення шкідливих речовин у робочу зону в таблиці 5.2

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1

Пора року	Категорія робіт	Відносна вологість, %		Оптимальна	Фактична
		Фактична	Оптимальна		
Холодний та перехідний періоди року	Середньої важкості	21-24	40-60	0,2	0.1-0.12
Теплий період року	Середньої важкості	26-30	40-60	0.1-0.3	0.1-0.2

Фактична температура повітря у теплий період року перевищує оптимальну, тому необхідно встановити кондиціонери для охолодження повітря.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 5.2

Речовина	Концентрація	
	Допустима, мг/м ³	Фактична, мг/м ³
Етилен	10	8
СО	20	16
СО ₂	0.03	0.01-0.02
PbO и СоО	0.01	0.005-0.009
Формальдегіди	5	3

Параметри повітря робочої зони і видалення шкідливих речовин полімерів, що виділяються при переробці, і їхня нейтралізація повинні забезпечуватися виробником за допомогою відповідних пристроїв і засобів, що передбачаються при проектуванні виробничих приміщень.

При цьому ефективність пристроїв така, щоб масова концентрація шкідливих речовин і запиленість повітря в зоні обслуговування не перевищувала санітарних норм, встановлених ДСТУ 12.1.005-88 і

СНіП 2 04.05-84 для вентиляції.

Для загального обмінну вентиляцією застосовується механічна приточно-витяжна вентиляція.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

5.2.2 Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур

Небезпечними елементами литьової машини є поверхні корпусу і пресформи, температура яких може досягати 200⁰С.

Наслідком дотику до нагрітих поверхонь можуть стати різноманітні травми та опіки. Щоб уникнути травм нагріті елементи лінії закриваються спеціальними кожухами і маркіруються попереджувачими знаками про наявність високої температури. Попереджувачі знаки ставляться на поверхні, температура яких перевищує 45⁰С, що відповідає СН 245-71.

5.2.3 Виробничий шум

Основними джерелами шуму є електродвигуни, редуктори, ланцюгові передачі.

Рівень звукового тиску в октавних смугах частот, рівень звуку й еквівалентні рівні звуку для постійних робочих місць при працюючій лінії повинні не перевищувати допустимих норм, установлених за ДСН 3.3.6.037-99.

Рівень шуму на робочому місці знаходиться у припустимих межах, тому що рівень шуму створюваний вентиляторами й електроустаткуванням складає 110дБА.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шуми, створювані устаткуванням, переважно знаходяться в діапазоні 250-2000Гц.

Зменшення механічного шуму в машині для лиття під тиском можна досягти з допомогою:

- примусового змащування поверхонь тертя, $\Delta P=4$ дБА;
- балансування обертових елементів, $P=6$ дБа;
- ущільнюючих матеріалів і пружних вставок у з'єднання, і передачу при цьому коливальних від однієї деталі до іншої, $P=5$ дБа;
- своєчасне усунення несправності, $\Delta P=3$ дБА.
- Фактичний рівень 75 дБА

Величина загальної технічної вібрації на постійних робочих місцях при працюючій машині не перевищує норм установлених за ДСНЗ.36.037-99.

5.2.4 Небезпека впливу елементів що рухаються і обертових частин

Рухливими частинами литьової машини є: муфти, ротори електродвигуни.

В запобіганні нещасливих випадків всі обертові і частини, що рухаються, закриті суцільним чи сітчастим огородженням. Розміри сторін осередків сітчастого огородження не більш 10 мм.

Експлуатувати лінію зі знятими огородженнями забороняється. Також забороняється проводити ремонт і налагодження вузлів лінії під час її роботи.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.5 Пожежна безпека

Температура запалення полістиролу, що переробляється, складає порядку 300-350⁰С. Категорія приміщення ОНП24-86-В, клас зони обладнання (ПУЄ)-П-Па.

Для гасіння невеликих ділянок загоряння при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (2 шт.) і пінні вогнегасники ОХП-10 (1 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ОП-10 (1 шт.).

Ширина прорізу двері евакуиходу – 2 метри. Кількість виходів – не менш двох. Двері відкриваються назовні (СНіП 2.09.02-85).

5.3 Інструкція з техніки безпеки

До обслуговування литьової машини допускаються люди, що пройшли спеціальне навчання – інструктаж з техніки безпеки.

Персонал, що обслуговує литьову машину, проходить інструктаж з техніки безпеки вступний - при надходженні на роботу, первинний – на робочому місці, повторний – не рідше двох разів у рік.

Перед початком роботи робітник зобов'язаний:

- перевірити справність усіх механізмів;
- переконатися в наявності тиску у всіх трубопроводах і змащення у всій системі;
- переконатися в справності контрольно-вимірювальних приладів;
- переконатися в чистоті робочого місця;

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- переконалися в справності водяної комунікації (шляхом огляду) і вентиляції (включенням);

- переконалися в наявності заземлення;

Відкриті обертові вали, муфти, ланцюги приводів повинні бути обгороджені спеціальними пристроями і кожухами. Експлуатувати агрегати зі знятими кожухами строго заборонено.

Забороняється робити налагодження і ремонт лінії, що працює в автоматичному режимі.

Робота машини допускається при наявності в цеху проточно-витяжної вентиляції, установлюваної по місцеві.

У схемі керування пуском агрегату передбачена передпускова, попереджувальна сигналізація – світлова і звукова, з'єднані з пусковим пристроєм і попередні пуску.

Для безпечної роботи на лінії передбачений ряд блокувань: робота електродвигуна привода черв'ячної машини і його пуск можливі тільки при наявності тиску в системі змащення агрегату, а також при наявності матеріалу в завантажувальній лійці черв'ячної машини при закритих дверцятах завантажувального бункера.

Про всі несправності необхідно негайно доповідати механіку. Робітники, що обслуговують литьову машину повинні бути одягнені в покладену по техніці безпеки спецодяг. При перевірці частин машини, що можуть бути під впливом температури, оператор повинний використовувати рукавиці типу АТВ ДСТ 12.4010-75, причому останні повинні вільно надіватися на руки і нічим не закріплюватися на зап'ястях.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для безпечної роботи на робочих місцях, у проходах не повинне бути сторонніх предметів, а також олій, бруду.

Забороняється проводити налагоджувальні і ремонтні роботи на пульті керування без відключення напруги 380 В, у щитах: (автоматики і силовому).

Агрегат повинний бути заземлений, і кожна шафа, щит, пульт керування повинний бути приєднаний до заземлювачу чи магістралі, що заземлює, за допомогою окремого отвору. Провідники, що заземлюють, розташовані в приміщенні повинні бути доступні для огляду.

Дотримання всіх правил техніки безпеки забезпечує здоров'я обслуговуючого персоналу, що у свою чергу спричиняє збільшення продуктивності.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Метою дипломної, згідно з технічним завданням, роботи є розробка нової конструкції трубного агрегату. З цією метою було виконано наступне :

- спочатку було виконано детальне ознайомлення з базовою конструкцією, інформація, що була отримана в ході розгляду була використана при виборі шляхів модернізації;
- проведено огляд літератури та патентів. Внаслідок цього було обрано із запропонованих найбільш вдалі внесення змін у конструкцію та остаточно обґрунтовано напрямки модернізації.
- у базову конструкцію при цьому було внесено наступне вдосконалення - модернізовано черв'як.

Розроблена машина відповідає вимогам технічного завдання, є працездатною і вигідною для промислового застосування. Вдосконалена конструкція, порівняно з існуючими, дозволить отримувати більш якісну продукцію за рахунок нових технічних рішень, застосованих у дипломному проекті.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1.Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Учеб. для вузов. – М.Химия, 1986, с.488.

2.Пат. України №119631U, МПК A23N 17/00, B29C 47/00, B30B 11/22 (2006.01), B29L 31/00 (2006.01), опубл. 25.09.2017

3.Пат.України №132597U, МПК (2016.01), B29B 7/82 (2006.01), B29C 47/00, опубл. 26.12.2016

4.Пат.України № 116257U, МПК B29C 47/36 (2006.01), B30B 9/14 (2006.01), опубл. 10.05.2017

5.Пат.України №125574U, МПК B29C 47/88 (2006.01), опубл. 25.05.2018

6. Пат. України №5779U, МПК B29C 47/00 (2005.01), B30B 11/24 (2006.01), опубл. 10.08.2018.

7. Мак Келви Д.М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965. – 442 с.

8. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е., Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.

9. Силин В.А. Динамика процессов переработки пластмасс в червячных машинах. – М.: Машиностроение, 1970. – 150с.

10. Гуль В.Е., Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. – М.: Химия, 1985. – 401с.

11. Виноградов Г.В. Малкин Р. Я. Реология полимеров. – М.: Химия, 1977. – 440 с.

12. Радченко Л.Б. Сівецький В.І. Основи моделювання і конструювання червячних екструдерів. – К.: «Політехніка», 2002. – 152 с.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

с.

1 Параметричний розрахунок	3
1.1 Вихідні дані	3
1.2 Розрахунок продуктивності	4
1.3 Розрахунок потужності приводу	7
1.4 Розрахунок голівки.....	10
1.4.1 Розрахунок опору голівки	10
1.4.1.1 Вихідні дані для розрахунків	10
1.4.1.2 Розрахункова схема головки	11
1.4.2. Заміна окремих ділянок каналу еквівалентними каналами.....	12
1.4.2.1 Заміна кільцевих циліндричних каналів.	12
1.4.2.2 Заміна кільцевих конічних каналів.....	13
1.4.3 Визначення об'ємних витрат.	18
1.4.4 Визначення ефективних градієнтів швидкості	18
1.4.5 Визначення опору ділянок каналу голівки	21
1.4.6 Визначення сумарного опору каналу голівки.....	25
2 Розрахунок на міцність елементів агрегату	26
2.1 Розрахунок елементів голівки на міцність.....	26
2.1.1 Вихідні дані для розрахунку	26

					ЛП51(1).113116.02-70PP							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Поліщук Д.М.			Трубний агрегат з модернізацією черв`яка				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Шаповал А.А.									1	31
Реценз.									КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.												
Затверд.		Гондляр О.В.										

2.1.2 Розрахунок на міцність болтів, які кріплять голівку до преса.....	26
2.2 Розрахунок міцності корпусу.....	28
2.2.1 Вихідні дані.....	28
2.2.2 Розрахунок параметрів І характеристик корпусу преса	29
2.3.3 Розрахунок гідростатичного тиску розплаву полімеру	30
2.2.4 Розрахунок парової оболонки	32
3 Тепловий розрахунок	32
3.1 Розрахунок енергії, необхідної для підтримання заданої температури	32
3.2 Визначення питомих показників	33
Висновки.....	35
Література	36

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1 Параметричний розрахунок

Основні параметри преса вибрані згідно з аналогічними характеристиками серійного універсального преса ЧП90х30.

Оскільки реологічні та теплофізичні властивості концентраторів-стабілізаторів відсутні, перевірочний розрахунок преса виконано на переробку поліпропілену з показником текучості 0,033 г/сек.

1.1 Вихідні дані

Зовнішній діаметр черв'яка $D=90 \cdot 10^{-3}$ м

Крок нарізки витків черв'яка $H=90 \cdot 10^{-3}$ м

Відношення довжини черв'яка до діаметра $L/D=30$

Наступні параметричні вибрані згідно з аналогічними характеристиками серійного універсального преса та [5].

Висота витків черв'яка в зоні дозування $h_d=5,3 \cdot 10^{-3}$ м

Висота витків черв'яка в зоні завантаження $h_3=16 \cdot 10^{-3}$ м

Довжина черв'яка в зоні дозування $l_d=10D$

Довжина черв'яка в зоні стиснення $l_c=13D$

Довжина черв'яка в зоні розплавлення $l_p=15D$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота витків в зоні розплавлення	$h_p=9,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Ширина витків черв'яка	$e=10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Зазор між гребнями витків черв'яка і циліндром	$\delta=0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Швидкість обертання черв'яка	$n=130 \text{ об/хв.}=2,166 \text{ сек}^{-1}$
Протитиск формуючої головки	$P_r=43,6 \text{ МПа}$
Температура розплаву в кінці зони дозування	$T_{д.к.}=220^{\circ}\text{C}$
Температура розплаву на початку зони дозування	$T_{д.н.}=154^{\circ}\text{C}$
Температура розплаву на початку зони розплаву	$T_p=120^{\circ}\text{C}$
Питома вага перероблюваного матеріалу	$\gamma=780 \text{ кг/м}^3$

Діаметр стержня черв'яка в зоні дозування

$$d_d = D - 2 \cdot h_d = 90 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 5,3 \cdot 10^{-3} = 11,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Кути нахилу гвинтових ліній поверхні витків черв'яка:

а) на периферії:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{H}{\pi \cdot D} = \arctg \frac{90 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 90 \cdot 10^{-3}} = 17^{\circ} 39'$$

б) біля стержня черв'яка в зоні дозування:

$$\alpha_2 = \arctg \frac{H}{\pi \cdot d_d} = \arctg \frac{90 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 11,44 \cdot 10^{-3}} = 0,348 = 19^{\circ} 12'.$$

1.2 Розрахунок продуктивності

Коефіцієнти осьового переміщення розплаву в зоні дозування:

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а) на периферії черв'яка

$$\eta_1 = \cos^2 \alpha_1 = \cos^2 17^\circ 37' = 0,9585^2 = 0,9091$$

б) біля осердя черв'яка

$$\eta_2 = \cos^2 \alpha_2 = \cos^2 19^\circ 12' = 0,9444^2 = 0,8918$$

Максимальний коефіцієнт осьового переміщення розплаву в зоні дозування при $P_r=0$:

$$\eta_{d.max} = \frac{\eta_1}{4-\eta_2} + \frac{\eta_2}{4} = \frac{0,9091}{4-0,8918} + \frac{0,8918}{4} = 0,5154$$

Максимальна продуктивність черв'ячного преса в зоні дозування при відсутності протитиску ($P_r=0$) і коефіцієнті наповнення $\psi=1$, визначили згідно [5].

$$Q_{d.max} = \pi \cdot (D^2 - d_o^2) \cdot (H - e) \cdot \eta_{d.max} \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma / 4 = 3,14 \cdot (90 \cdot 10^{-3} - 11,44 \cdot 10^{-3}) \cdot x$$

$$x(90 \cdot 10^{-3} - 10 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,515 \cdot 2,166 \cdot 1 \cdot 780 \cdot 3600 / 4 = 470 \text{ кг / год}$$

Максимальні градієнти швидкості зсуву розплаву між стержнем і внутрішньою поверхнею циліндра при максимальному тиску P_{max} , створеним черв'яком, тобто при $Q=0$:

а) на початку і в кінці зони дозування

$$g_{d.max} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{h_o} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 2,166}{5,3 \cdot 10^{-3}} = 160 \text{ сек}^{-1}$$

б) на початку зони розплаву

$$g_{p.max} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{h_p} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 2,166}{9,4 \cdot 10^{-3}} = 90 \text{ сек}^{-1}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальне напруження зсуву розплаву, в залежності від градієнтів:

а) в зоні розплаву:

при $T_p=120^0\text{C}$ і $\dot{\nu}_{p.\text{max}}=90 \text{ сек}^{-1}$ $\tau_{p.\text{max}}=1,8 \text{ кг/см}^2=0,18 \text{ МПа}$

б) на початку зони дозування:

при $T_{д.н.}=154^0\text{C}$ і $\dot{\nu}_{д.\text{max}}=160 \text{ сек}^{-1}$ $\tau_{д.н.\text{max}}=0,15 \text{ МПа}$

в) в кінці зони дозування:

при $T_{д.к.}=220^0\text{C}$ і $\dot{\nu}_{д.\text{max}}=160 \text{ сек}^{-1}$ $\tau_{д.к.\text{max}}=0,076 \text{ МПа.}$

Максимальний тиск, створений витками черв'яка, в зоні розплаву при $P_r=P_{\text{max}}$, тобто при $Q=0$.

$$P_{\text{max}} = \frac{\pi \cdot D}{2} \cdot \left[\frac{(\tau_{д.к.\text{max}} + \tau_{д.н.\text{max}}) \cdot z_{\partial}}{h_{\partial}} + \left(\frac{\tau_{д.н.\text{max}}}{h_{\partial}} + \frac{\tau_{p.\text{max}}}{h_p} \right) \cdot (Z_p - Z_{\partial}) \right] =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot \left[\frac{(0,076 + 0,15)}{5,3 \cdot 10^{-3}} \cdot 10 + \left(\frac{0,15}{5,8 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,18}{9,4 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot 5 \right] = 130 \text{ МПа}$$

Продуктивність черв'ячного преса при заданому протитиску $P_r=43,6 \text{ МПа}$:

$$Q = Q_{д.\text{max}} \cdot (1 - P_r / P_{\text{max}}) = 1,674 \cdot 10^{-4} \cdot (1 - 43,6 / 130) = 1,113 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 350 \text{ кг/год}$$

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Розрахунок потужності приводу

Коефіцієнти осьового переміщення розплаву між витками черв'яка:

а) в зоні дозування:

$$\eta_d = \eta_{d, \max} \cdot (1 - P_r / P_{\max}) = 0,5154 \cdot (1 - 43,6 / 130) = 0,4757$$

б) в зоні розплаву

$$\eta_p = \eta_{d, \max} \cdot (1 - P_r / P_{\max}) \cdot (h_d / h_p) = 0,5154 \cdot (1 - 43,6 / 130) \cdot (5,3 \cdot 10^{-3} / 9,4 \cdot 10^{-3}) = 0,2682$$

Результуючі осьові та радіальні градієнти швидкості зсуву розплаву між стержнем черв'яка та циліндром преса:

а) в зоні дозування

$$\begin{aligned} g_d &= \frac{n}{h_d} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_d)^2 + H^2 \cdot \eta_d^2} = \\ &= \frac{2,166}{5,3 \cdot 10^{-3}} \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot (90 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1 - 0,4757)^2 + (90 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,4757^2} = 88 \text{сек}^{-1} \end{aligned}$$

б) в зоні розплаву

$$\begin{aligned} g_p &= \frac{n}{h_p} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_p)^2 + H^2 \cdot \eta_p^2} = \\ &= \frac{2,166}{9,4 \cdot 10^{-3}} \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot (90 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1 - 0,26)^2 + (90 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,2682^2} = 66 \text{сек}^{-1} \end{aligned}$$

Рівнодіючі напруження зсуву в радіальному та осьовому напрямках:

а) в зоні дозування

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при $T_{д.к.}=220^0C$ і $\vartheta_o = 88сек^{-1}$ $\tau_{д.к.}=0,056$ МПа;

при $T_{д.н.}=154^0C$ і $\vartheta_o = 88сек^{-1}$ $\tau_{д.к.}=0,12$ МПа;

б) в зоні розплаву

при $T_p=120^0C$ і $\vartheta_h = 66сек^{-1}$ $\tau_{д.к.}=0,165$ МПа.

Споживана потужність черв'ячного преса в зоні розплаву на зсув розплаву між витками черв'яка:

$$\begin{aligned} \Sigma N_{h_p} &= 2,57 \cdot D \cdot (H - e) \cdot n \cdot \left\{ (\tau_{д.к.} + \tau_{д.н.}) \cdot Z_{д.} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_{д.})^2 + H^2 \cdot \eta_{д.}^2} + \right. \\ &+ \left[\tau_{д.н.} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_{д.})^2 + H^2 \cdot \eta_{д.}^2} + \tau_{п.} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (1 - \eta_{п.})^2 + H^2 \cdot \eta_{п.}^2} \right] \times \\ &\times (Z_{п.} - Z_{д.}) \left. \right\} = 2,57 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot (90 \cdot 10^{-3} - 10 \cdot 10^{-3}) \cdot 2,166 \cdot \{ (0,056 + 0,12) \cdot 10 \times \\ &\times \sqrt{3,14^2 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6} + 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4757^2} + \\ &+ [0,12 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 0,4757)^2 + 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4757^2} + \\ &+ 0,165 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 0,2682)^2 + 90^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2682^2}] \cdot (15 - 10) \} = 35,7 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Градiєнт швидкостi між гребнями витків черв'яка і поверхнею циліндра:

$$\vartheta_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{\delta} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 2,166}{0,25 \cdot 10^{-3}} = 3400 \text{ сек}^{-1}$$

Напруження зсуву між гребнями витків черв'яка і циліндром преса:

а) в кінці зони дозування

при $T_{д.к.}=220^0C$ і $\vartheta_o = 3400сек^{-1}$ $\tau_{б.к.}=0,23$ МПа;

б) на початку зони дозування

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при $T_{д.н.}=154^0C$ і $\vartheta_{\delta.} = 3400сек^{-1}$ $\tau_{б.н.}=0,35$ МПа;

в) в зоні розплаву

при $T_p=120^0C$ і $\vartheta_{\delta.} = 3400сек^{-1}$ $\tau_{б.р.}=0,42$ МПа;

Окружна сила зсуву розплаву між гребнями витків черв'яка і циліндром в зоні розплаву, включаючи зону дозування:

$$\sum F_{\delta.p.} = \frac{\pi \cdot D \cdot e \cdot [(\tau_{\delta.к.} + \tau_{\delta.н.}) \cdot Z_{\delta.} + (\tau_{\delta.н.} + \tau_{\delta.p.}) \cdot (Z_p - Z_{\delta.})]}{2} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot [(0,23 + 0,35) \cdot 10 + (0,35 + 0,42) \cdot 5] \cdot 10^6}{2} = 18940 H.$$

Окружна швидкість руху розплаву між гребнями витків черв'яка та внутрішньою поверхнею циліндра:

$$\vartheta_{\delta.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{3600} = 0,85 м / сек$$

Споживана потужність на зсув розплаву між гребнями витків черв'яка і циліндром в зоні розплаву, включаючи зону дозування:

$$\sum N_{\delta.p.} = \sum F_{\delta.p.} \cdot \vartheta_{\delta.} = 18940 \cdot 0,85 = 15800 Вт = 15,8 кВт.$$

Споживана потужність черв'ячного преса між витками черв'яка в зоні завантаження і стиснення гранульованого матеріалу, за рахунок перетворення механічної енергії приводу в теплову (при $P_r=43,6$ МПа):

$$\sum N_c = Q \cdot (I_p - I_o) = 350 \cdot (448 - 41,86) = 74,6 кВт$$

де I_p – тепломісткість пластмаси при температурі розплавлення ($T_p=120^0C$), $I_p=448$ кДж/кг;

					ЛП51(1).113116.02-70РР	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

I_0 - тепломісткість полімеру в зоні завантаження при температурі навколишнього середовища ($T_3=20^0\text{C}$) $I_0=41,86$ кДж/кг.

Споживана потужність на подолання опору руху розплаву в екструзійній голівці (при $P_r=43,6$ МПа):

$$N_r = Q \cdot P_r = 1,113 \cdot 10^{-4} \cdot 43,6 \cdot 10^6 = 4,85 \text{ кВт.}$$

Сумарна споживана потужність на валу черв'яка:

$$\sum N_r = \sum N_{п.р.} + \sum N_{б.р.} + \sum N_c + N_r = 35,7 + 15,8 + 74,6 + 4,85 = 128,5 \text{ кВт}$$

Споживана потужність на валу двигуна:

$$N_{дв.} = \frac{\sum N_r}{\eta_k} = \frac{128,5}{0,92} = 140 \text{ кВт}$$

що менше установленної потужності, яка дорівнює 180 кВт.

1.4 Розрахунок голівки

1.4.1 Розрахунок опору голівки

1.4.1.1 Вихідні дані для розрахунків

Потрібна продуктивність

(при виготовленні труби $\varnothing 400 \times 20$), кг/год - 350

Базовий матеріал - поліпропілен

Розміри формуючого зазору:

діаметр матриці, мм - 400

діаметр дорну, мм - 360

Температура екструзії, ^0C - 190

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Густина розплаву поліпопілен

при температурі екструзії, кг/м³

- 793

1.4.1.2 Розрахункова схема голівки

Для розрахунку опору канал голівки розіб'ємо на окремі ділянки по геометричним ознакам, опускаючи малі елементи (технологічні пояски, округлення тощо).

Після виконання розбивки канал голівки має вигляд ряду послідовно з'єднаних ділянок простої геометрії, який подається у вигляді розрахункової схеми на мал..2.1.

Загальна кількість ділянок – 15.

Розміри вхідних та вихідних поперечних перерізів окремих ділянок та їх довжини зводимо у таблицю 2.1.

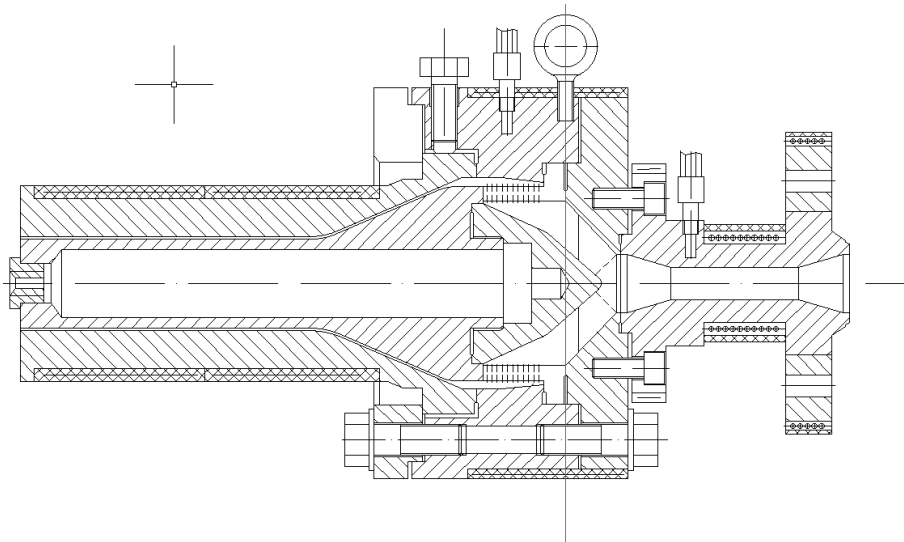


Рисунок.2.1 - Голівка

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.4.2. Заміна окремих ділянок каналу еквівалентними каналами.

1.4.2.1 Заміна кільцевих циліндричних каналів.

Кільцеві циліндричні ділянки 0-1, 3-4, 6-7, 10-11 замінюємо еквівалентними плоскощільовими каналами, визначаючи їх розміри за формулами [3]:

$$L=L_0; \quad H=(D_2-D_1)/2; \quad B=\pi/2 \cdot (D_2+D_1)$$

Ділянка 0-1:

$$L=L_0=360 \text{ мм}=0,36 \text{ м};$$

$$H=(D_2-D_1)/2=(400-360)/2=20 \text{ мм}=0,02 \text{ м}$$

$$B=\pi/2 \cdot (D_2+D_1)=3,14/2 \cdot (400+360)=1193 \text{ мм}=1,193 \text{ м}.$$

Ділянка 3-4:

$$L=20 \text{ мм}=0,02 \text{ м}$$

$$H=(620-600)/2=10 \text{ мм}=0,01 \text{ м}$$

$$B=3,14/2 \cdot (620+600)=1915,4 \text{ мм}=1,9154 \text{ м}$$

Ділянка 6-7:

$$L=20 \text{ мм}=0,02 \text{ м}$$

$$H=(520-460)/2=30 \text{ мм}=0,03 \text{ м}$$

$$B=3,14/2 \cdot (520+460)=722,2 \text{ мм}=0,72 \text{ м}$$

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ділянка 10-11:

$$L=70 \text{ мм}=0,07 \text{ м}$$

$$H=(470-450)/2=10 \text{ мм}=0,01 \text{ м}$$

$$B=3,14/2 \cdot (470+450)=1444,4 \text{ мм}=1,444 \text{ м}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

1.4.2.2 Заміна кільцевих конічних каналів.

Кільцеві конічні ділянки 1-2, 2-3, 4-5, 5-6, 7-8, 9-10, 13-14 спочатку замінюємо еквівалентними цільовими каналами змінної висоти h , яка змінюється лінійно по довжині L_0 від h_1 до h_2 ($h_1 > h_2$), а ширини b , яка змінюється лінійно від b_1 до b_2 ($b_1 > b_2$), розміри яких визначають по формулам [3]:

$$L_0 = \sqrt{L^2 + \frac{1}{16} [(D_4 + D_3) - (D_2 + D_1)]^2};$$

$$h_1 = \frac{(D_4 - D_3)}{2} \cdot \frac{L}{L_0}; \quad h_2 = \frac{(D_2 - D_1)}{2} \cdot \frac{L}{L_0}$$

$$b_1 = \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2); \quad b_2 = \frac{\pi}{2} \cdot (D_4 + D_3)$$

де D_1 та D_2 , D_3 та D_4 – відповідно менший та більший діаметри вхідних та вихідних перерізів кільцевих циліндричних та конічних ділянок каналу голівки, мм;

D та R – діаметр і радіус круглих циліндричних ділянок, мм;

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L – довжина ділянки каналу голівки по центральній вісі;

L_0 – довжина ділянок каналу, мм;

b_1 та b_2 – більша та менша ширина щільових каналів, мм;

H та B – висота і ширина еквівалентного плоскощільового каналу, мм

h_1 та h_2 – більша та менша висоти щільових каналів, мм.

$$B = \sqrt{\frac{(1-n) \cdot (b_2 - b_1)}{b_2^{1-n} - b_1^{1-n}}}; \quad H = \sqrt[2n+1]{\frac{2n \cdot (h_2 - h_1)}{\frac{1}{h_1^{2n}} - \frac{1}{h_2^{2n}}}};$$

Ділянка 1-2:

$$L = \sqrt{60 + \frac{1}{16} \cdot [(510 + 470) - (400 + 360)]^2} = 55,5 \text{ мм} = 0,055 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{510 - 470}{2} \cdot \frac{55,5}{60} = 18,5 \text{ мм} = 0,0185 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{400 - 360}{2} \cdot \frac{55,5}{60} = 18,5 \text{ мм} = 0,0185 \text{ м}.$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \cdot (400 + 360) = 1193,2 \text{ мм} = 1,193 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \cdot (510 + 470) = 1538,6 \text{ мм} = 1,5386 \text{ м};$$

$$\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2 = 1, \quad \frac{b_1}{b_2} = 0,77;$$

Маємо, що $\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2 \geq \frac{b_1}{b_2}$

$$\text{Тоді: } B = \sqrt{\frac{(1-0,7) \cdot (1538,6 - 1193,2)}{1538,6^{1-0,7} - 1193,2^{1-0,7}}} = 12,5 \text{ мм} = 0,0125 \text{ м}$$

$$H = \sqrt[2 \cdot 0,7 + 1]{\frac{2 \cdot 0,7 \cdot (18,5 - 18,5)}{\frac{1}{18,5^{1,4}} - \frac{1}{18,5^{1,4}}}} = 8,5 \text{ мм} = 0,0085 \text{ м},$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $n=0,7$ – тангенс 35^0 (тангенс середнього кута нахилу логарифмічної кривої течії) [3].

Ділянка 2-3:

$$L_0 = \sqrt{40 + \frac{1}{16} \cdot [(620 + 600) - (510 + 470)]^2} = 60,33 \text{ мм} = 0,06 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{620-600}{2} \cdot \frac{40}{60,33} = 6,63 \text{ мм} = 0,0066 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{510-470}{2} \cdot \frac{40}{60,33} = 13,26 \text{ мм} = 0,0133 \text{ м}.$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \cdot (510 + 470) = 1538,6 \text{ мм} = 1,538 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \cdot (620 + 600) = 1915,4 \text{ мм} = 1,915 \text{ м};$$

$$\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2 = \left(\frac{6,63}{13,26}\right)^2 = 0,25, \quad \frac{b_1}{b_2} = 0,8;$$

Маємо, що $\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^2 \leq \frac{b_1}{b_2}$

$$\text{Тоді: } B = \sqrt{\frac{(1-0,7) \cdot (1915,4 - 1538,6)}{1915,4^{1-0,7} - 1538,6^{1-0,7}}} = 13,57 \text{ мм} = 0,0136 \text{ м},$$

$$H = 2,4 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7 \cdot (13,26 - 6,63)}{\frac{1}{6,63^{1,4}} - \frac{1}{13,26^{1,4}}}} = 9,3 \text{ мм} = 0,0093 \text{ м}.$$

Ділянка 4-5:

$$L_0 = \sqrt{40 + \frac{1}{16} \cdot [(520 + 506) - (620 + 600)]^2} = 50,4 \text{ мм} = 0,05 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{520-506}{2} \cdot \frac{40}{50,4} = 7,94 \text{ мм} = 0,0079 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{620-600}{2} \cdot \frac{40}{50,4} = 10,3 \text{ мм} = 0,0103 \text{ м}.$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \cdot (620 + 600) = 1915,4 \text{ мм} = 1,915 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \cdot (520 + 506) = 1610,8 \text{ мм} = 1,610 \text{ м};$$

$$B = \sqrt{\frac{(1-0,7) \cdot (1915,4 - 1610,8)}{1915,4^{1-0,7} - 1610,8^{1-0,7}}} = 13,6 \text{ мм} = 0,0136 \text{ м}$$

					ЛП51(1).113116.02-70РР	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = 2,4 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7 \cdot (10,3 - 7,94)}{\frac{1}{7,94^{1,4}} - \frac{1}{10,3^{1,4}}}} = 8,69 \text{ мм} = 0,0087 \text{ м.}$$

Ділянка 5-6:

$$L_0 = \sqrt{20 + \frac{1}{16} \cdot [(520 + 460) - (520 + 506)]^2} = 12,33 \text{ мм} = 0,0123 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{520 - 460}{2} \cdot \frac{20}{12,33} = 48,66 \text{ мм} = 0,048 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{520 - 506}{2} \cdot \frac{20}{12,33} = 11,35 \text{ мм} = 0,0113 \text{ м.}$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \cdot (520 + 506) = 1610,8 \text{ мм} = 1,611 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \cdot (520 + 460) = 1538,6 \text{ мм} = 1,538 \text{ м};$$

$$B = \sqrt{\frac{(1 - 0,7) \cdot (1538,6 - 1610,8)}{1538,6^{1-0,7} - 1610,8^{1-0,7}}} = 13,15 \text{ мм} = 0,01315 \text{ м}$$

$$H = 2,4 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7 \cdot (11,35 - 48,66)}{\frac{1}{48,66^{1,4}} - \frac{1}{11,35^{1,4}}}} = 22,72 \text{ мм} = 0,023 \text{ м.}$$

Ділянка 7-8:

$$L_0 = \sqrt{40 + \frac{1}{16} \cdot [(510 + 460) - (520 + 460)]^2} = 6,8 \text{ мм} = 0,0068 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{510 - 460}{2} \cdot \frac{40}{6,8} = 147 \text{ мм} = 0,147 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{520 - 460}{2} \cdot \frac{40}{6,8} = 176,5 \text{ мм} = 0,176 \text{ м.}$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \cdot (520 + 460) = 1538,6 \text{ мм} = 1,538 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \cdot (510 + 460) = 1522,9 \text{ мм} = 1,523 \text{ м};$$

$$B = \sqrt{\frac{(1 - 0,7) \cdot (1522,9 - 1538,6)}{1522,9^{1-0,7} - 1538,6^{1-0,7}}} = 13,02 \text{ мм} = 0,013 \text{ м}$$

					ЛП51(1).113116.02-70РР	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = 2,4 \sqrt{\frac{2 \bullet 0,7 \bullet (176,5 - 147)}{\frac{1}{147^{1,4}} - \frac{1}{176,5^{1,4}}}} = 15,4 \text{ мм} = 0,0154 \text{ м.}$$

Ділянка 9-10:

$$L_0 = \sqrt{40 + \frac{1}{16} \bullet [(470 + 450) - (470 + 460)]^2} = 6,8 \text{ мм} = 0,0068 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{470 - 450}{2} \bullet \frac{40}{6,8} = 58,8 \text{ мм} = 0,058 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{470 - 460}{2} \bullet \frac{40}{6,8} = 29,4 \text{ мм} = 0,03 \text{ м.}$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \bullet (470 + 460) = 1460 \text{ мм} = 1,46 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \bullet (470 + 450) = 1444,4 \text{ мм} = 1,44 \text{ м};$$

$$B = \sqrt{\frac{(1 - 0,7) \bullet (1444,4 - 1460)}{1444,4^{1-0,7} - 1460^{1-0,7}}} = 12,78 \text{ мм} = 0,013 \text{ м}$$

$$H = 2,4 \sqrt{\frac{2 \bullet 0,7 \bullet (29,4 - 58,8)}{\frac{1}{58,8^{1,4}} - \frac{1}{29,4^{1,4}}}} = 3,6 \text{ мм} = 0,0036 \text{ м.}$$

Ділянка 13-14:

$$L_0 = \sqrt{40 + \frac{1}{16} \bullet [(100 + 0) - (470 + 450)]^2} = 201 \text{ мм} = 0,201 \text{ м};$$

$$h_1 = \frac{100 - 0}{2} \bullet \frac{40}{201} = 9,513 \text{ мм} = 0,009 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{470 - 450}{2} \bullet \frac{40}{21} = 1,9104 \text{ мм} = 0,0019 \text{ м.}$$

$$b_1 = \frac{3,14}{2} \bullet (470 + 450) = 1444,4 \text{ мм} = 1,44 \text{ м};$$

$$b_2 = \frac{3,14}{2} \bullet (100 + 0) = 157 \text{ мм} = 0,157 \text{ м};$$

$$B = \sqrt{\frac{(1 - 0,7) \bullet (157 - 1444,4)}{157^{1-0,7} - 1444,4^{1-0,7}}} = 9,46 \text{ мм} = 0,0095 \text{ м}$$

					ЛП51(1).113116.02-70РР	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = 2,4 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7 \cdot (1,9104 - 9,513)}{9,513^{1,4} - 1,9104^{1,4}}} = 4,09 \text{ мм} = 0,0041 \text{ м.}$$

Результати розрахунку L_0 , B та H заносимо в таблицю 2.1.

Канал голівки в місці встановлення дорноутримувача, прилеглого до пресу (ділянка 11-12) замінюємо шістьома (по кількості проміжків між ребрами) щільовими каналами постійної висоти та змінної ширини, кожний з яких у свою чергу замінюємо двома плоскощільовими каналами 11-11¹ та 11¹-12 (див. р2.1.).

Розміри ділянок решіток 8-9 та 14-15 переносимо в таблицю 2.1. без перерахунку.

1.4.3 Визначення об'ємних витрат.

Об'ємні витрати розраховуємо за формулою [3]:

$$Q = \frac{G}{3,6 \cdot \rho_m} = \frac{350}{3,6 \cdot 10^2 \cdot 793} = 1,226 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де G – вагові витрати, кг/год, $G=350$ кг/год

ρ_T – густина розплаву при температури екструзії, кг/м³;
 $\rho_T=793$ кг/м³.

1.4.4 Визначення ефективних градієнтів швидкості

Величину ефективності градієнта швидкості для еквівалентних плоскощільових ділянок 0-1, 3-4, 6-7, 10-11 визначаємо за формулою [3]:

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\gamma_R = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,0087^3} = 83,72 \text{сек}^{-1};$$

Ділянка 5-6:

$$\gamma_R = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,023^3} = 42,84 \text{сек}^{-1};$$

Ділянка 7-8:

$$\gamma_R = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,0154^3} = 42,76 \text{сек}^{-1};$$

Ділянка 9-10:

$$\gamma_R = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,0036^3} = 33,47 \text{сек}^{-1};$$

Ділянка 13-14:

$$\gamma_R = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,0041^3} = 82,26 \text{сек}^{-1};$$

Величину ефективного градієнту швидкості на ділянках 11-11¹ та 11¹-12 визначаємо за формулою [3]:

$$\gamma_{\partial.} = \frac{6 \cdot Q}{B \cdot H^2 \cdot F},$$

де F – коефіцієнт форми, який визначається з графіку в залежності від відношення Н/В [3]:

Ділянка 11-11¹:

$$\gamma_{\partial.} = \frac{6 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{1,1915 \cdot 0,01^2 \cdot 0,075} = 82,3 \text{сек}^{-1},$$

де F=0,075 (з графіка, див. Мал..2.2.)

Ділянка 11¹-12:

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\gamma_{\partial.} = \frac{6 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{1,444 \cdot 0,01^2 \cdot 0,075} = 35,62 \text{сек}^{-1}.$$

Величину ефективного градієнта швидкості на ділянках решіток (для круглих циліндричних каналів) визначаємо за формулою [3]:

$$\gamma_{\text{реш.}} = \frac{4 \cdot Q}{Z_{\text{реш.}} \cdot \pi \cdot R^3},$$

де $Z_{\text{реш.}}$ – кількість отворів у решітці

$$Z_{\text{реш.}} = 2900 \text{ та } 260 \text{ } \varnothing 0,2.$$

Ділянка 8-9:

$$\gamma_{\text{реш.}} = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{2900 \cdot 3,14 \cdot 0,01^3} = 65,38 \text{сек}^{-1};$$

Ділянка 14-15:

$$\gamma_{\text{реш.}} = \frac{4 \cdot 1,226 \cdot 10^{-4}}{260 \cdot 3,14 \cdot 0,01^3} = 76,04 \text{сек}^{-1}.$$

Результати розрахунку зводимо у таблицю 2.2.

1.4.5 Визначення опору ділянок каналу голівки

За апроксимуючою функцією τ [3] при відповідних величинах швидкостей знаходимо величини напружень зсуву:

Ділянка 0-1:

$$\text{при } \gamma = 81,6 \text{ сек}^{-1} \quad \tau = 0,167 \text{ МПа};$$

Ділянка 1-2:

$$\text{при } \gamma = 85,54 \text{ сек}^{-1} \quad \tau = 0,171 \text{ МПа};$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ділянка 2-3:

при $\gamma=44,13 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,144 \text{ МПа}$;

Ділянка 3-4:

при $\gamma=31,9 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,12 \text{ МПа}$;

Ділянка 4-5:

при $\gamma=83,72 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,169 \text{ МПа}$;

Ділянка 5-6:

при $\gamma=42,84 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,136 \text{ МПа}$;

Ділянка 6-7:

при $\gamma=21,22 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,106 \text{ МПа}$;

Ділянка 7-8:

при $\gamma=42,76 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,138 \text{ МПа}$;

Ділянка 8-9:

при $\gamma=65,38 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,172 \text{ МПа}$;

Ділянка 9-10:

при $\gamma=33,47 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,14 \text{ МПа}$;

Ділянка 10-11:

при $\gamma=25,47 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,112 \text{ МПа}$;

Ділянка 11-11¹:

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при $\gamma=82,3 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,168 \text{ МПа}$;

Ділянка 11¹-12:

при $\gamma=35,62 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,143 \text{ МПа}$;

Ділянка 13-14:

при $\gamma=82,26 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,168 \text{ МПа}$;

Ділянка 14-15:

при $\gamma=76,04 \text{ сек}^{-1}$ $\tau=0,156 \text{ МПа}$;

Результати зводимо у таблицю 2.2.

Розраховуємо опір в еквівалентних плоскощільових каналах 0-1, 3-4, 6-7, 10-11, 11-11¹, 11¹-12 за формулою [3]

$$\Delta p = \frac{2 \cdot L_0 \cdot \tau_n}{H}$$

Ділянка 0-1:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot 0,36 \cdot 0,167}{0,02} = 16,32 \text{ МПа};$$

Ділянка 3-4:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 0,12}{0,01} = 12,4 \text{ МПа};$$

Ділянка 6-7:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 0,106}{0,03} = 5,4 \text{ МПа};$$

Ділянка 10-11:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot 0,07 \cdot 0,112}{0,01} = 15,4 \text{ МПа};$$

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ділянка 11-11¹:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot 0,025 \cdot 0,168}{0,01} = 4,3 \text{ МПа};$$

Ділянка 11¹-12:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot 0,025 \cdot 0,143}{0,01} = 3,2 \text{ МПа}.$$

Величину опору в круглих каналах 8-9 та 14-15 визначаємо за формулою [3]:

$$\Delta p = \frac{L_0 \cdot \tau_R}{R}$$

Ділянка 8-9:

$$\Delta p = \frac{0,01 \cdot 0,172}{0,01} = 4,712 \text{ МПа};$$

Ділянка 14-15:

$$\Delta p = \frac{0,01 \cdot 0,156}{0,01} = 8,516 \text{ МПа}.$$

Величину опору в еквівалентних плоскощільових каналах 1-2, 2-3, 4-5, 5-6, 7-8, 9-10, 13-14 визначаємо за формулою [3]:

$$\text{при } \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^2 \geq \frac{b_1}{b_2}$$

$$\Delta p = \frac{L_0}{h_2 - h_1} \sum_{m=0,5}^m \frac{B_k}{m} \left(\frac{G \cdot Q}{B \cdot \gamma_0} \right)^m \cdot \left(\frac{1}{h_1^{2m}} - \frac{1}{h_2^{2m}} \right)$$

де B_k – коефіцієнти апроксимуючої функції (τ) кривої течії поліпропілену [3].

m – ступінь поліному апроксимуючої функції,

$m=0,5; 1; 2; 3; 4;$ $k=1, 2, 3, 4, 5.$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

γ_0 – реологічна константа. Як правило вибирається рівною $\gamma_0=1,0 \text{ сек}^{-1}$.

Розрахунок цих ділянок каналу у даному випадку проводиться на ЕОМ за обчислювальною програмою, розробленою за методикою розрахунку формуючих голівки [3].

Результати розрахунку зводимо в таблицю 2.2

1.4.6 Визначення сумарного опору каналу голівки

Загальний опір каналу голівки знаходимо шляхом складання опорів окремих ділянок:

$$\Delta P_r = \sum \Delta p_i = 16,32 + 4,13 + 6,81 + 12,4 + 3,34 + 0,69 + 5,40 + 1,14 + 4,712 + 1,1 + 15,4 + 4,3 + 3,2 + 0,98 + 8,516 = 43,6 \text{ МПа}.$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розрахунок на міцність елементів агрегату

2.1 Розрахунок елементів голівки на міцність

2.1.1 Вихідні дані для розрахунку

Потрібна продуктивність

(при виготовленні труби $\varnothing 400 \times 20$), кг/год - 350

Базовий матеріал - поліпропілен

Розміри формуючого зазору:

діаметр матриці, мм - 400

діаметр дорну, мм - 360

Температура екструзії, $^{\circ}\text{C}$ - 190

Густина розплаву поліпропілен

при температурі екструзії, $\text{кг}/\text{м}^3$ - 793

2.1.2 Розрахунок на міцність болтів, які кріплять голівку до преса

Голівка кріпиться 6-ма болтами М30 із сталі 45, для якої $\sigma_m = 400 \text{ МПа}$.

Зусилля, яке відриває голівку:

$$F_r = \Delta P_r \cdot S = 43,6 \cdot 0,01226 \cdot 10^6 = 534780 \text{ Н} = 534,78 \text{ кН},$$

де ΔP_r - загальний опір каналу голівки, $\Delta P_r = 43,6 \text{ МПа}$;

S – поверхня елемента голівки, м^2

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S = \pi \cdot D^2 / 4 = (3,14/4) \cdot 0,90^2 = 0,01226 \text{ м}^2.$$

Осьове зусилля, діюче на один болт, визначаємо за формулою[4]:

$$F_{\delta} = \frac{F_r}{Z_{\delta}} = \frac{534780}{6} = 66847,3 \text{ Н}$$

де Z_{δ} – кількість болтів, які кріплять розглядуваний елемент голівки, $Z_{\delta}=6$.

Розрахункове зусилля, що приходить на болт, визначаємо за формулою [4]:

$$F_{p.\delta.} = [1,3 \cdot K \cdot (1 - x) + x] \cdot F_{\delta.} = 1,483 \cdot 66847,3 = 99134,5 \text{ Н},$$

де K – коефіцієнт затяжки, при постійному зовнішньому навантаженні можна прийняти $K=1,3 \dots 1,5$ [4].

Приймаємо $K=1,3$.

X – коефіцієнт, який залежить від відношення податливості болтів та елементів стикування. Для з'єднання металевих деталей без прокладок $X=0,2 \dots 0,3$ [4].
Приймаємо $X=0,3$.

Розривне напруження у болті:

$$\sigma_p = \frac{F_{p.\delta.}}{F_{\delta.}} = \frac{99134,5}{7,06 \cdot 10^{-4}} = 1,4042 \cdot 10^6 \text{ Па} = 140 \text{ МПа},$$

де $F_{\delta.}$ – площа перерізу кріпленого елемента, м^2 :

$$F_{\delta.} = \pi \cdot D^2 / 4 = \frac{3,14}{4} \cdot (30 \cdot 10^{-3})^2 = 7,06 \cdot 10 \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_p} = \frac{400}{140} = 2,86, \text{ що забезпечує нормальну роботу агрегату.}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок міцності корпусу

2.2.1 Вихідні дані

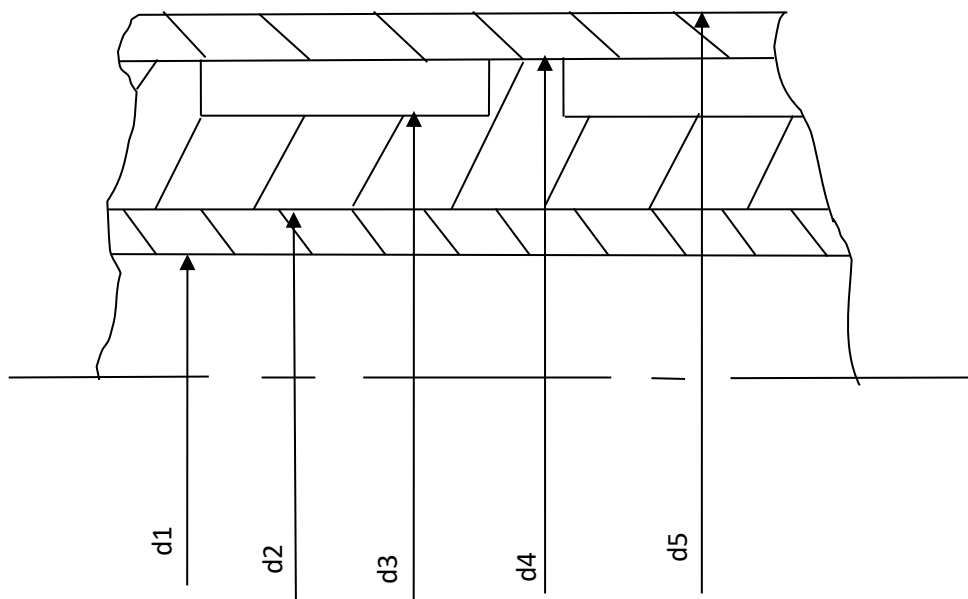


Рисунок 2.2 - Схема для інженерних розрахунків параметрів корпусу черв'ячного преса

Внутрішній діаметр гільзи

$$d_1 = 90 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Зовнішній діаметр гільзи

$$d_2 = 110 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Внутрішній діаметр парових каналів

$$d_3 = 220 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Зовнішній діаметр парових каналів

$$d_4 = 240 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Зовнішній діаметр парової оболонки

$$d_5 = 260 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Матеріал корпусу

Сталь 20

$$\sigma_T = 220 \text{ МПа}$$

Матеріал гільзи

Сталь 38Х2М10А

$$\sigma_T = 850 \text{ МПа}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріал парової оболонки

Сталь 3

$\sigma_T=250$ МПа

Температура корпусу t_k , °C

$t_k=250$

Тиск пари в оболонці

$P=4$ МПа

Потужність приводу

$N=180$ кВт

Число обертів черв'яка

$n=80$ об/хв. $=1,33$ сек⁻¹

Гідростатичний тиск розплаву

$P=50$ МПа

ККД редуктора

$\eta=0,92$

2.2.2 Розрахунок параметрів і характеристик корпусу преса

Крутний момент:

$$M_{кр.} = 9550 \cdot \frac{N}{n} \cdot \eta = 9550 \cdot \frac{180}{1,333} \cdot 0,92 = 20160 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Напруження від крутного моменту:

$$\tau_{кр.} = \frac{M_{кр.}}{W} = \frac{M_{кр.}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4\right]} = \frac{20160}{\frac{3,14}{16} \cdot 220^3 \cdot 10^{-9} \cdot \left[1 - \left(\frac{90}{220}\right)^4\right]} = 9,9 \text{ МПа}$$

Осьове зусилля розтягу:

$$A = P_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = 50 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 90^2 \cdot 10^{-6}}{4} = 614028 \text{ Н} = 614 \text{ кН}$$

Напруження розтягу:

$$\sigma_z = \frac{A}{S} = \frac{614028}{\frac{\pi}{4} \cdot (d_3^2 - d_2^2)} = \frac{614028}{\frac{3,14}{4} \cdot (220^2 \cdot 10^{-6} - 110 \cdot 10^{-6})} = 37,2 \text{ МПа}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приведена напруга по III теорії міцності:

$$\sigma_{np}^{III} = \sqrt{\sigma_z^2 + 4 \cdot \tau_{kp}^2} = \sqrt{37,2^2 + 4 \cdot 9,9^2} = 42 \text{ МПа}$$

Запас міцності по границі текучості:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{np}} = \frac{220}{42} = 5,28 > n_{\min} = 1,4$$

2.3.3 Розрахунок гідростатичного тиску розплаву полімеру

Величина контактного тиску в місці спряження гільзи та циліндра:

$$P_k = \left(\frac{2P \cdot K_1^2}{1-K_1^2} + \mu \cdot \sigma_z \right) \cdot \frac{(1-K_1^2)(1-K_2^2)}{2(1-K_1^2 \cdot K_2^2)} =$$
$$= \left(\frac{2 \cdot 50 \cdot 0,86^2}{1-0,86^2} + 0,25 \cdot 37,2 \right) \cdot \frac{(1-0,86^2)(1-0,66^2)}{2(1-0,86^2 \cdot 0,66^2)} = 31,9 \text{ МПа}$$

$$\text{де } K_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{90 \cdot 10^{-3}}{110 \cdot 10^{-3}} = 0,86, \quad K_2 = \frac{d_2}{d_3} = \frac{110 \cdot 10^{-3}}{220 \cdot 10^{-3}} = 0,66, \quad \mu = 0,25$$

Напруження на внутрішній стінці корпусу:

$$\sigma_r = P_k = 31,9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\theta = P_k \cdot \frac{1+K_2^2}{1-K_2^2} = 31,9 \cdot \frac{1+0,66^2}{1-0,66^2} = 81 \text{ МПа}.$$

Еквівалентне напруження за енергетичною теорією міцності:

$$\sigma_{екв.} = \frac{P_k \cdot \sqrt{3}}{1-K_2^2} = \frac{31,9 \cdot \sqrt{3}}{1-0,66^2} = 98 \text{ МПа}$$

Напруження на внутрішній точці гільзи від контактного тиску:

$$\sigma_r^1 = 0$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{\theta}^1 = -P_k \cdot \frac{2}{1-K_1^2} = -31,9 \cdot \frac{2}{1-0,86^2} = -245 \text{ МПа}.$$

Напруження на внутрішній точці гільзи від гідростатичного тиску розплаву:

$$\sigma_r^{11} = P_1 = 50 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\theta}^{11} = P_1 \cdot \frac{1+K_1^2}{1-K_1^2} = 50 \cdot \frac{1+0,86^2}{1-0,86^2} = 334,5 \text{ МПа}$$

Еквівалентні напруження за енергетичною теорією міцності:

а) від гідростатичного тиску

$$\sigma_{екв.}^1 = \frac{P_1 \cdot \sqrt{3}}{1-K_1^2} = \frac{50 \cdot \sqrt{3}}{1-0,86^2} = 331,4 \text{ МПа}$$

б) від контактного тиску:

$$\sigma_{екв.}^{11} = -\frac{2 \cdot P_k}{1-K_1^2} = -31,9 \cdot \frac{2}{1-0,86^2} = -245 \text{ МПа}$$

в) сумарне еквівалентне напруження

$$\sigma_{екв.} = \sigma_{екв.}^1 + \sigma_{екв.}^{11} = 331,4 - 245 = 86,4 \text{ МПа}$$

Запас міцності корпусу по границі текучості:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_{екв.}} = \frac{220}{86,4} = 2,55 > n_{\min} = 1,4.$$

Запас міцності для гільзи по границі текучості:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma_{екв.}} = \frac{850}{86,4} = 9,85 > n_{\min} = 1,4.$$

Уточнений розрахунок див програму. Програма і результати уточненого розрахунку на ЕВМ див. Додаток 1.

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Розрахунок парової оболонки

Виконавча товщина обичайки оболонки за нормами та методами розрахунку посуду на міцність ДСТУ 14249-69

$$S = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot \sigma_{\text{доп.}} - p} + C = \frac{240 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{2 \cdot 0,7 \cdot 120 - 4} + 1 \cdot 10^{-3} = 0,685 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Конструктивно приймаємо $S=10$ мм,

де $D=d_4$ – внутрішній діаметр обичайки, $D=240 \cdot 10^{-3}$ м

φ – коефіцієнт міцності зварених з'єднань, $\varphi=0,7-0,8$. Приймаємо $\varphi=0,7$.

C – додаток на корозію, $C=1 \cdot 10^{-3}$ м.

$\sigma_{\text{доп.}}$ – допустиме напруження, $\sigma_{\text{доп.}}=120$ МПа

p – тиск пари в оболонці, $p=4$ МПа.

3 Тепловий розрахунок

3.1 Розрахунок енергії, необхідної для підтримання заданої температури

Сумарна споживана потужність в зоні розплаву, включаючи зону дозування:

$$\sum N_{(h+\delta)} = \sum N_{h.p} + \sum N_{\delta.p} = 35,7 + 15,8 = 51,5 \text{ кВт}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвищення тепловмісту розплаву внаслідок перетворення механічної енергії у теплову:

$$\Delta i = \frac{\sum N_{(h+\delta)}}{Q \cdot \delta} = \frac{51,5}{1,113 \cdot 10^{-4} \cdot 780} = 280,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Підвищення температури пластмаси внаслідок підвищення її тепловмісту:

$$\Delta T_p = \frac{\Delta i}{c} = \frac{280,3}{2,26} = 124^{\circ} \text{C}$$

де С – теплоємність розплаву полімера,

$$C = 0,54 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град} = 2,26 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}.$$

Кінцева сумарна температура розплаву в зоні дозування черв'ячного преса:

$$T_k = T_p + \Delta T_p = 120 + 124 = 244^{\circ} \text{C}.$$

Кількість збиткової теплової енергії в розплаві:

$$\Delta q = c \cdot Q \cdot (T_k - T_{\partial.к.}) = 2,26 \cdot 1,113 \cdot 10^{-4} \cdot (244 - 220) \cdot 780 = 35950 \text{ кДж}$$

Ефективна потужність охолодження перероблюваного матеріалу:

$$W = \frac{35950}{3600} = 10 \text{ кВт}$$

3.2 Визначення питомих показників

Питомі витрати енергії на валу черв'яка:

$$\frac{\sum N_r}{Q} = \frac{129}{1,113 \cdot 10^{-4} \cdot 780 \cdot 3600} = 0,413 \frac{\text{кВт}}{\text{кг}}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питомі витрати енергії на валу двигуна:

$$\frac{N_{\text{дв.}}}{Q} = \frac{140}{1,113 \cdot 10^{-4} \cdot 780 \cdot 3600} = 0,45 \frac{\text{кВт}}{\text{кг}}$$

					ЛП51(1).113116.02-70PP	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Було проведено розрахунки основних деталей та елементів трубного агрегату.

Виконано розрахунки основних параметрів трубного агрегату, при яких визначено геометрію черв'яка, потужність приводу, продуктивність машини по зоні дозування. Проведені розрахунки: кінематичні і міцнісні, які забезпечують працездатність і надійність конструкції, також був проведений тепловий розрахунок.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70PP</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Анурьев В.І. Справ очник конструктора машиностроителя, том 2. – М.: Машиностроение, 1978.-559с.
2. Сопротивление материалов /Под редакцией Г.С. Писаренко. – К.: Вища школа, 1986.-775с.
3. Плановский А.И. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1968.
4. Исаченко В.П. Теплопередача. – М.: Энергия, 1969.
5. Радченко Л.Б. Сівецький В.І. Основи моделювання і конструювання червячних екструдерів. – К.: «Політехніка», 2002. – 152 с
6. Басов Н.И., Казанков Ю.Ю., Любартрович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. – М.; Химия, 1986. – 486с.
7. Мак Келви Д.М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965. – 442 с.
8. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е., Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
9. Силин В.А. Динамика процессов переработки пластмасс в червячных машинах. – М.: Машиностроение, 1970. – 150с.
10. Гуль В.Е., Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. – М.: Химия, 1985. – 401с.
11. Виноградов Г.В. Малкин Р. Я. Реология полимеров. – М.: Химия, 1977. – 440 с.

					<i>ЛП51(1).113116.02-70РР</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

3 Технологія машинобудування.....	2
3.1 Опис і призначення деталі.....	2
3.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....	4
3.3 Опис принципу роботи пристрою.....	6
3.4 Розрахунок сил закріплення приладу.....	6
Використана література.....	8

					ЛП51.117245.03-70ТМ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Трубний агрегат з модернізацією черв'яка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акресив</i>
<i>Розроб.</i>		Полищук Д.						
<i>Перевір.</i>		Борщук С.О.					1	9
<i>Керівник</i>						НТУУ "КПІ" ІХФ ХПСМ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Гондляр О.В.						

3.1 Опис і призначення деталі

При виконанні розділу "Технологія машинобудування" даного дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення деталі "Фланець", призначено послідовність виконання технологічних операцій виготовлення деталі.

Деталь "Фланець" (Рис. 3.1) являється складовою преса черв'ячного і слугує для кріплення головки екструдера до корпусу екструдера.

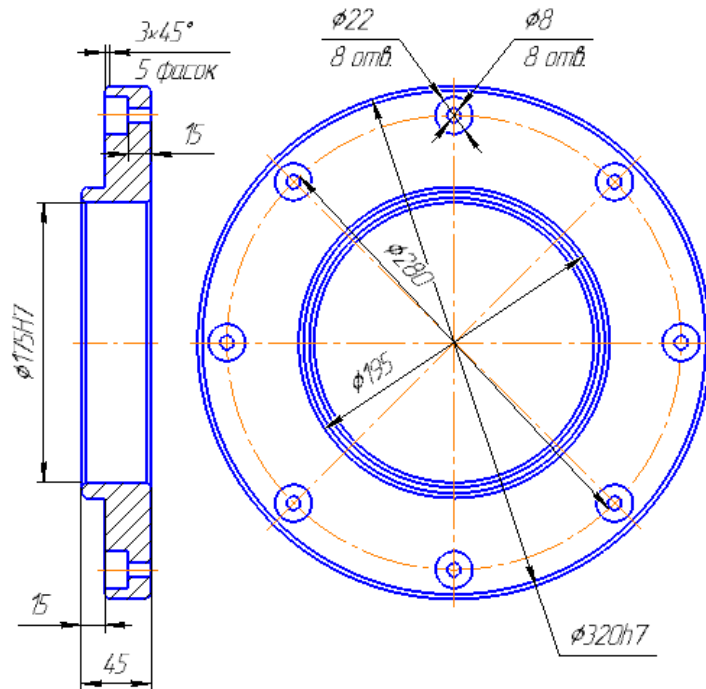


Рисунок 3.1 – Ескіз деталі "Фланець"

У результаті технологічного контролю креслення ЛП51.117245.004-70СБ виявлено наступне:

- на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі "Фланець" відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Деталь виготовляється зі сталі Ст45 (ГОСТ 1050-88). Заготовку для виготовлення деталі (Рис. 3.2) отримуємо методом об'ємної штамповки. Конфігурація штамповки достатньо проста і забезпечує легке отримання заготовки; клас точності і формувальні уклони відповідають вимогам стандартів; залишки облоїв і додатків можна сумістити з припуском на обробку; відходи металу при механічній обробці будуть мінімальні.

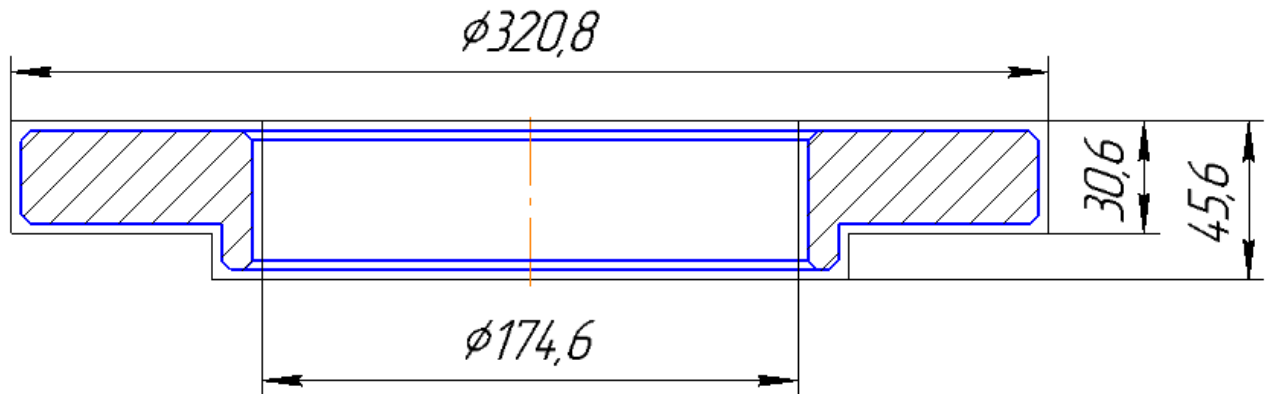


Рисунок 3.2 – Заготовка деталі "Фланець"

Для досягнення високої якості та продуктивності при виготовленні деталі "Фланець" в усіх операціях обробки використовуємо спеціальні пристрої з швидкодіючим затисканням заготовок.

Обробку виконуємо стандартним інструментом. Матеріал різальної частини різців – твердий сплав Т15К6, свердла – із швидкорізучої сталі Р6М5.

3.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Технологічний процес виготовлення деталі "Фланець", що був розроблений у процесі виконання дипломного проекту, представлений у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах [1, 2, 4].

					ЛП51.117245.03-70ТМ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі

3.3.1 Призначення пристосування для обробки деталі

Пристрій для обробки, у якому виконується свердління восьми отворів Ø8 та зенкерування восьми отворів Ø22 – кондуктор для свердління [3], на кресленні ЛП51.117245.004-70СБ зображено його конструкцію.

Свердління отворів з використанням кондуктора зазвичай застосовують при масовому виготовленні однакових деталей. Кондуктор - це шаблон з відповідними отворами, який накладають на оброблювану заготовку і міцно скріплюють з нею. Використовується в машинобудуванні для спрощення процесу обробки деталі. Заготовку разом з кондуктором встановлюють на столі верстата і, використовуючи отвори кондуктора як напрямні для свердла, свердлять звичайним способом. Завдяки тому, що свердло направляється сталевими загартованими втулками кондуктора, точність роботи значно підвищується.

Кондуктор складається із станини 1, на якій за допомогою болтів 9 змонтовано палець 2, на якому базується деталь 3. Кондукторна плита 4, що містить швидкознімні втулки 6, встановлюється зверху деталі, базуючись по шпильці 4. Притискання відбувається за допомогою гайки 8.

3.3.2 Розрахунок сил закріплення у пристосуванні

У процесі обробки на заготовку з боку ріжучого інструменту діють сили різання, які прагнуть зрушити її з установочних елементів. Для того, аби цього не відбулося, заготовку необхідно закріпити.

У випадку розсвердлювання отвору у кондукторі (Рис. 3.3), який розглядається, величина сили затискання визначається із рівності:

					ЛП51.117245.03-70ТМ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

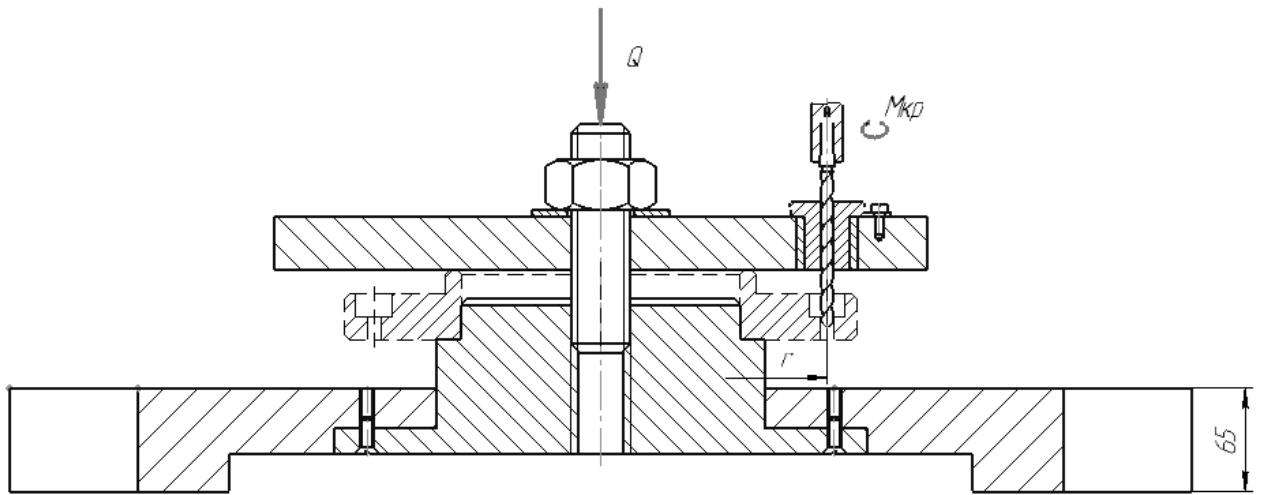


Рисунок 3.3 – Система сил, що діють на деталь у процесі обробки

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r},$$

де $M_{кр}$ - крутний момент свердла;

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.

Для забезпечення надійності, силу затискання додатково збільшують на величину коефіцієнту запасу K , тоді формула для знаходження сили затискання набуває остаточного вигляду:

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot r}.$$

Обертаючий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де коефіцієнти $C_M = 0,0345$, $q=2$, $y=0,8$;

$S = 0,15$ мм/об - подача свердла;

					ЛП51.117245.03-70ТМ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_p - коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у даному випадку залежить лише від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається як:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n.$$

$$K_p = \left(\frac{600}{750} \right)^{\frac{0,75}{0,35}} = 0,62.$$

Остаточню:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,62 = 3 \text{ Нм};$$

Коефіцієнт запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затушення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у затискному пристрої;

$K_6 = 1$ коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку.

Значення коефіцієнта запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 2,7.$$

					ЛП51.117245.03-70ТМ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставляючи отримані значення у формулу для визначення сили затискання заготовки у пристосуванні (кондуктор для свердління):

$$Q = \frac{2,7 \cdot 3}{0,25 \cdot 0,140} = 231 H,$$

де $r = 0,140 м$ - відстань від точки прикладання сили затискання до місця свердління;

$f = 0,25$ - коефіцієнт тертя для гладких поверхонь.

Приймаємо силу затиску не меншу, ніж $Q = 25 кН$.

					ЛП51.117245.03-70ТМ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури, використаної у розділі

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумів. М., "Выш. школа", 1974. – 263с.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.

					ЛП51.117245.03-70ТМ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

<i>Зм</i>	<i>Ар</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

M01	СТАЛЬ 45 ГОСТ 1050-88	
-----	-----------------------	--

M02		K _e	1					1	
-----	--	----------------	---	--	--	--	--	---	--

Б	Код, найменування обладнання	См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
---	------------------------------	----	-------	---	----	----	------	----	----	-----	------	------

[illegible]

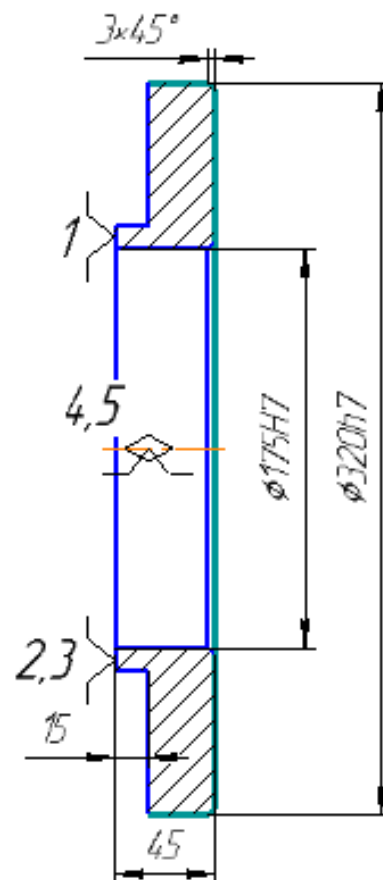
Б05	38261.XXXX	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	18632	3	10	1	1	1	50	1		
-----	------------	------------------------------------	-------	---	----	---	---	---	----	---	--	--

A07			015	4233 Свердильна	60141.000002; 20141.000002; 101 IN-XX-XX									
B08	38261	YYYY		Вертикально-свердильный верстат 2Н125	18632	3	10	1	1	1	50	1		

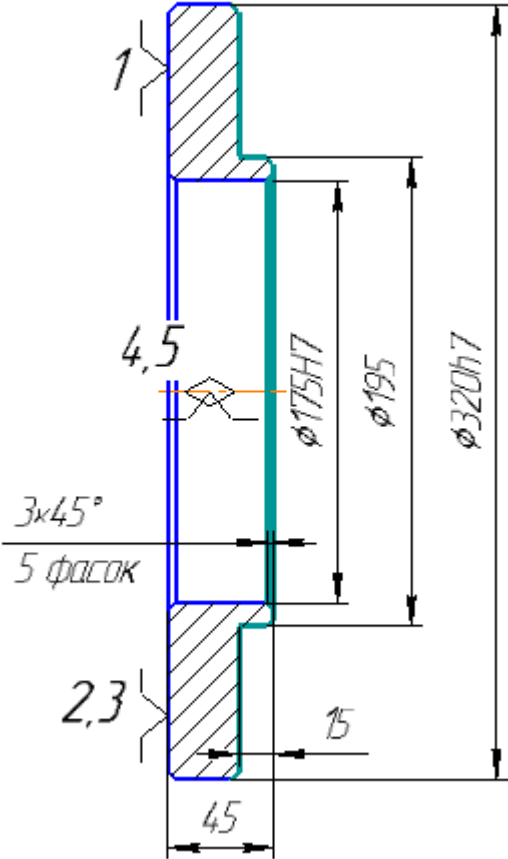
A10

[illegible][illegible][illegible]

Дубл.																		
Взамін.																		
Підпис									Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата					
Розробив	П о л і щ у к					НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51.067245.000-70СБ					005						
Перевірів	Борщук																	
						ФЛАНЕЦЬ										Н		
Н. контр.																		



Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	П о л і щ у к			НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51.067245.000-70СБ							010		
Перевірів	Борщик													
					ФЛАНЕЦЬ								Н	
Н. контр.														



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	П о л і щ у к			НТУУ "КПІ", ІХФ	ЛП51.067245.000-70СБ	015			
Перевірів	Борщук								
				ФЛАНЕЦЬ			Н		
Н. контр.									

